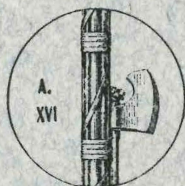
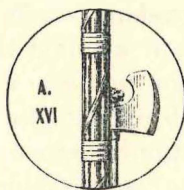
STAZIONE CHIMICO-AGRARIA SPERIMENTALE

DI UDINE

Prof. DOMENICO FERUGLIO

DIRETTORE

ACQUE MINERALI DEL FRIULI

Estratto dagli Annali - Serie III.a - Vol. III.o

UDINE
STABILIMENTO TIPOGRAFICO FRIULANO
1938 - XVI

Acque minerali del Friuli [1]

Sino dai tempi antichi si sono riconosciute proprietà terapeutiche più o meno singolari e diverse a talune acque sorgenti dal suolo o risalenti da maggiori profondità, fredde o termali, che venivano pertanto consigliate ed usate a scopo di cura per bagni o per bevanda.

Tali acque hanno assunto per consuetudine la denominazione di « acque minerali » in quanto alla mineralizzazione dovuta a particolari elementi inorganici in esse disciolti, in copia maggiore o minore, si attribuivano le peculiari loro virtù farmacologiche.

Grande importanza si annette attualmente anche alle proprietà fisiche e fisico-chimiche delle acque stesse che le moderne conoscenze permettono d'indagare.

L'Italia, dall'Alpi alle Isole, possiede fortunatamente notevole dovizia di acque minerali, di tipo svariatissimo, delle quali molte meritatamente celebri che richiamano annualmente decine di migliaia di frequentatori, anche stranieri, in cerca di guarigione e di ristoro fisico.

Trattasi quindi di un patrimonio nazionale ingentissimo che interessa valorizzare al massimo, patrimonio che, dopo lo splendore di Roma che tenne in gran fama ed onore terme e sorgenti, venne nel corso dei secoli assai trascurato od anche abbandonato.

Le maggiori cognizioni che si andarono in seguito assumendo nel campo della medicina e della biologia in genere determinarono più tardi, dai tempi del rinascimento in poi, un nuovo vivace interessamento ai complessi problemi connessi all'impiego delle acque minerali.

Nel mentre cioè negli ancora primitivi laboratori chimici se ne cominciava ad indagare la composizione, altri scienziati ne ricercavano nelle sorte Università e cliniche le proprietà d'uso terapeutico.

Lavoro assai lungo e difficile, in rapporto anche alle minori ed imprecise conoscenze del tempo ed ai metodi piuttosto rudimentali d'indagine e per di più condotto con criteri disparati ed in buona parte empirici.

Nozioni particolarmente più esatte e concrete non si ebbero conseguentemente che a partire dalla seconda metà del secolo scorso, epoca

---

[1] *Comunicazione all'Accademia di Udine nell'adunanza del 15 giugno 1936 - XIV.*

dalla quale le ricerche aumentarono di numero e di rigore tecnico determinando nel contempo, col maggior flusso di pazienti, il sorgere di fiorenti industrie alberghiere e sanitarie nei più rinomati luoghi di cura che ne valorizzavano così anche dal lato turistico l'ameno e salubre soggiorno.

Dal 1900 in poi gli studi sull'argomento raggiunsero un ritmo ancora più celere; l'idrologia e la crenoterapia assunsero quasi carattere di scienza a sè ed illustri studiosi dettarono lavori e relazioni di fondamentale valore tecnico e pratico.

Una più completa disciplina della vasta materia si raggiunse tuttavia da noi solo nel dopo guerra a merito del Governo Fascista e personale del Duce che seppe promuovere e stimolare maggiormente indagini ed iniziative, stabilendo opportune e necessarie norme legislative, avocando allo Stato taluno dei massimi centri idroclimatici e favorendo in ogni modo l'accesso e la frequenza ai luoghi di cura a vantaggio anche particolare delle giovani generazioni.

In seno al Comitato per la Chimica del Consiglio Nazionale delle Ricerche e in unione alla Direzione Generale della Sanità pubblica venne inoltre creata una Commissione permanente per le acque minerali d'Italia presieduta da S. E. prof. Parravano e composta da insigni studiosi nella materia di cui trattasi.

Scopo della Commissione è quello di tener desta l'attenzione intorno a questo vitale problema, di promuovere studi su quelle acque minerali non note od ancora malamente note, di creare qualche centro superiore di ricerche, di portare infine a conoscenza di quanti s'interessano il cospicuo materiale discriminato già raccolto e da raccogliersi, secondo norme tecniche fisse ed uniformi che permettano la valutazione precisa delle proprietà delle singole acque minerali, valutazione essenziale di base per le più dirette indagini di carattere terapeutico e clinico.

La Commissione ha già dato inizio alla pubblicazione de « Le acque minerali d'Italia » con un primo interessante Quaderno riguardante il Lazio, cui faranno seguito altri e fra questi uno attualmente in preparazione sul Veneto.

Secondo una definizione del Piccinini, per acqua minerale s'intende un'acqua di *sorgente*, l'uso della quale provoca nell'organismo umano delle modificazioni che possono essere utilizzate favorevolmente in terapia.

In ciò esse si differenziano pertanto dalle acque potabili di comune uso domestico e, per essere di sorgente e senza aggiunta alcuna di sostanze, anche e fondamentalmente dalle acque minerali artificiali.

Nei riguardi della composizione chimica vi hanno acque minerali di tipo svariatissimo in rapporto ai diversi elementi inorganici in esse disciolti e pertanto vi si notano differenze assai notevoli sia di ordine qualitativo che quantitativo.

Ad acque sensibilmente concentrate e che per evaporazione danno luogo a cospicuo residuo salino, ipermineralizzate, fanno riscontro sia pure con proprietà terapeutiche diverse ma non meno efficienti, acque con contenuto assai più modesto di sali ed altre ancora in cui la minera-

lizzazione appare anche di molto inferiore a quella delle migliori acque potabili.

Una recente classificazione di Marotta e Sica delle acque minerali da bibita, ora ufficialmente adottata, distingue in proposito:

1. Acque oligo-minerali - con residuo a 180° non superiore a gr. 0.200 per litro.

2. Acque medio minerali - con residuo a 180° superiore a gr. 0.200 e inferiore a gr. 1 per litro.

3. Acque minerali - con residuo a 180° superiore a gr. 1 per litro.

Queste ultime vengono poi suddivise in vari gruppi: salse, solfuree, arsenicali, ferruginose, bicarbonate, solfate, con numerosi sottogruppi per i tipi composti e per gli elementi principali o secondari contenuti ad es. salso bromoiodiche, bicarbonate, solforate, alcaline ecc.

Per molte di queste acque le virtù terapeutiche sono dovute alle sostanze contenute in maggior copia, per altre sono principalmente gli elementi presenti in piccola o minima quantità, per altre infine vi partecipano questi e quelle in uno alle peculiari proprietà fisico-chimiche.

Il meccanismo d'azione di tali sostanze nel corpo umano ha formato e forma oggetto d'indagini da parte di una folta schiera di farmacologi, di clinici e di cultori della biochimica che tuttora si affaticano a svelarne i complessi ed in parte ancora misteriosi rapporti di attività.

Maggiormente chiarita in questi ultimi tempi è stata la funzione che possono esercitare anche le minimissime quantità di elementi contenuti nelle acque stesse, laboriosamente ricercati dai chimici con raffinati metodi analitici, quantità che al profano potrebbero sembrare del tutto infime e trascurabili.

Uno o più di tali elementi sono non infrequentemente presenti nelle acque minerali e ciò che più importa sotto opportuna ed attiva forma solubile di combinazione.

Si è recentemente persino dimostrato che taluni elementi inorganici sempre a dosi infinitamente piccole, esercitano azione sinergica con le vitamine, in quanto questi e le vitamine stesse spiegherebbero azione inferiore od anche nulla se non contemporaneamente presenti.

Non è errato pertanto affermare che dette sostanze, pur in tracce minime, dominano non di rado i fenomeni della vita.

Questo ordine di studi si dimostra del più alto interesse e può portare a risultanze sempre più cospicue.

Tra le proprietà fisiche e fisico-chimiche vanno principalmente citate: il grado di temperatura più o meno costante con cui l'acqua sgorga alla sorgente e che ne può determinare il carattere di acqua fredda o termale e quindi l'uso particolare cui si addice ed inoltre la densità, la conducibilità elettrica specifica che permette di valutarne il grado di ionizzazione maggiore o minore, il punto crioscopico e la pressione osmotica, la reazione e la conseguente attività idrogenionica, la radioattività che appare notevole per talune acque, la presenza di gas rari ecc.

Tutte queste ricerche, non escluse quelle sull'ambiente e sulla natura geologica dei terreni di scaturigine, cui devono unirsi quelle d'ordine batteriologico in merito alla purezza dell'acqua stessa, sono tassativamente prescritte dalle vigenti disposizioni, nel mentre è di spettanza dell'Autorità sanitaria di Stato, sulla base delle risultanze stesse, la concessione o meno di apertura ed esercizio delle Stazioni di cura.

Trattasi quindi di una serie numerosa d'indagini, talune anche dispendiose, delicate e complesse, che non di rado occorre ripetere per stabilire le eventuali variazioni di composizione fisico-chimica della sorgente, che potranno ritardare ma non rinviare in questo fervore di attività nazionale il rilievo e il catasto esatto del nostro patrimonio idrologico, non secondo a quello pur ricchissimo di altri paesi.

Il Friuli, dall'alta cerchia alpina sino agli estremi depositi attuali lagunari e litoranei, pur costituendo una regione fisicamente completa in cui quasi tutte le formazioni geologiche vi sono sensibilmente rappresentate, non presenta, per quanto almeno sinora noto, grande ricchezza e varietà di acque minerali.

Questa relativa deficienza non va tuttavia sopravalutata, ad essa si deve opporre l'indagine razionale e completa e la valorizzazione e sfruttamento massimo di tutto quanto esiste in posto.

Alcune acque minerali del Friuli ebbero fama sin dal tempo dei Romani, quali la sorgente di Piano d'Arta anche attualmente in piena efficienza, quelle termali della vicina Monfalcone ora purtroppo del tutto abbandonate e forse altre ancora.

Nel secolo scorso vari studiosi effettuarono indagini e ricerche su talune di queste nostre acque come appare dall'unito elenco bibliografico di detti lavori.

Due interessanti riassunti monografici di quanto sino allora conosciuto al riguardo, di cui uno dovuto al prof. Giovanni Marinelli e l'altro al prof. Camillo Marinoni valorosi insegnanti presso il locale R. Istituto Tecnico, comparvero nell' « Annuario Statistico della Provincia di Udine », Vol. I - III - IV pubblicati rispettivamente negli anni 1876 1881-1889 dall'Accademia Udinese di Scienze, Lettere ed Arti, opera pregevolissima e pur oggi del massimo interesse, che costituisce un vanto del secolare Sodalizio.

Nella memoria del Marinelli vi figurano elencate n. 24 sorgenti minerali delle quali 19 solfuree e 5 ferruginose.

Ad alcune di queste, con ogni certezza, non spetta tuttavia l'appellativo di minerali, trattandosi piuttosto di acque di tipo comune, nel mentre non può comunque dirsi che l'elenco di cui sopra risulti completo.

Il Marinoni stesso riporta anche le analisi chimiche già compiute per talune sorgenti, avvertendo però sin d'allora (1881) di essere persuaso ch'esse non meritassero più molta fiducia, essendo state eseguite con metodi antiquati.

Soggiungeva che l'analisi delle acque minerali della provincia costituiva quindi un lavoro ancora da farsi per intero.

Non consta però che altri ricercatori si siano successivamente e particolarmente occupati dell'argomento.

Il Tellini infatti nella sua dotta monografia «Le acque sotterranee del Friuli e la loro utilizzazione» in Annali del R. Istituto Tecnico di Udine — Serie II - Anni XVI - XVII - XVIII e XIX - 1898-1901 — nulla di nuovo potè aggiungere a proposito delle acque minerali e pure nel succoso Manuale del Piccinini «Idrologia e Crenoterapia» — Le acque minerali d'Italia -- edito nel 1924, od in altre pubblicazioni ancora, non sono dedicati che brevissimi e del tutto insufficienti cenni alle acque del Friuli.

Preposto alla direzione della Stazione Chimico-Agraria Sperimentale, da oltre un ventennio mi sono largamente occupato di falde ed acque sotterranee, sorgive ed artesiane, sia nei riguardi delle loro proprietà e caratteri di potabilità che dell'utilizzazione a scopo agrario ed irriguo, portando l'esame da solo o con i miei collaboratori su molte centinaia di campioni della più svariata provenienza.

Conseguentemente e per i motivi già fatti presenti dal Marinoni ho ritenuto utile ed opportuno proporre anche l'interessante problema delle acque minerali, basando lo studio sui più moderni metodi d'indagine e ciò pure nell'intento di addivenire a una necessaria classificazione delle nostre acque e di stabilirne possibilmente la genesi in rapporto ai terreni dai quali scaturiscono.

Mi preme tuttavia far rilevare che se le presenti notizie costituiscono un contributo sia pure sensibile al problema stesso e come tale rientrante nelle specifiche attività spiegate in Friuli nel dopo guerra nel campo degli studi e delle applicazioni pratiche, delle quali l'illustre Presidente e l'On. Consiglio dell'Accademia hanno tanto utilmente promosso le relazioni documentarie, esso richiede di essere ancora approfondito e completato.

Le difficoltà che s'incontrano in questo genere di studi sono molteplici e ad alcune si è fatto precedente riferimento, quali il rilevante numero di ricerche necessarie prescritte, l'utilità di ripetere le indagini per stabilire le eventuali modificazioni che l'acqua può subire, ed inoltre la distanza notevole e l'accesso disagiato per varie sorgenti, il che nell'insieme comporta anche un non lieve dispendio finanziario e di tempo.

Altra difficoltà che s'incontra è poi data dal fatto che per la massima parte dei casi le sorgenti non dispongono di razionali opere di cattura e presa, atte ad evitare la mescolanza e l'inquinamento con altre acque superficiali o meteoriche che nulla hanno a che vedere con le prime e che di conseguenza possono falsare i risultati della ricerca.

A ciò va indubbiamente provveduto sia agli scopi di studio che di utilità pratica.

Bene spesso bastano allo scopo anche opere di carattere relativamente modesto.

La pianura friulana manca di vere acque minerali; le rare minuscole sorgenti qua e là segnalate sono trascurabili e non danno inoltre alcun affidamento di costanza del carattere presentato poichè del tutto superficiali ed ancora perchè facilmente inquinabili.

Eccezione potrebbe essere fatta per talune acque di composizione caratteristica sgorganti dai pozzi artesiani più profondi della bassa pianura, ma pure per queste e per vari motivi propongo la non inclusione nel novero delle acque minerali. Quivi esse sono anche quotidianamente usate a scopo di bevanda alimentare, data l'impossibilità di altri rifornimenti.

Le sorgenti minerali vanno pertanto essenzialmente ricercate nella complessa nostra zona collinare e nelle formazioni montuose o nelle vallate del sistema prealpino ed alpino.

Comunque, tanto nella zona collinare che in quella montuosa, quasi tutte le sorgenti minerali almeno sinora segnalate si distinguono per la presenza d'idrogeno solforato e conseguentemente dall'odore caratteristico di uova marce, da cui la denominazione locale di acque *pudie* con più o meno spiccato sapore solfureo.

Nelle notizie seguenti in merito alle varie sorgenti sono esposte le caratteristiche essenziali fisiche e di composizione; esula invece qualunque riferimento di carattere terapeutico, di competenza del clinico e dell'igienista.

Zona collinare.

Risulta questa costituita, ad esclusione dell'anfiteatro morenico, dalle formazioni sedimentarie marine, marnose-arenacee od anche calcaree dell'Eocene che con forme orografiche non molto accentuate si dipartono dalla Valle dell'Isonzo e stendentesi per Cormòns, Buttrio, Cividale, Tarcento sino al Torre ed oltre, per ricomparire di poi, in alternanza coi depositi susseguenti del Miocene, sulla destra del Tagliamento sino ai colli di Vito d'Asio, Clauzetto, Meduno, Cavasso, Frisanco, Fanna, ecc.

Nella zona collinare eocenica la sorgente più nota e sfruttata è quella di Anduins, ne esistono tuttavia molte altre.

ACQUA DELLA SORGENTE DI ANDUINS.

(Comune di Vito d'Asio).

Detta sorgente solfurea, situata a circa m. 340 s. m. in destra del F. Tagliamento, bacino del T. Arzino, venne scoperta verso il 1860 e fu di poi sempre sensibilmente frequentata.

L'acqua viene usata per bevanda, attualmente e solo in via secondaria anche per bagni.

La sorgente che scaturiva dapprima da un detrito roccioso, è stata

successivamente catturata con opportune opere di presa a mezzo galleria scavata nella roccia calcarea, sotto la strada Anduins-Vito d'Asio.

L'acqua di Anduins è denominata dal Piccinini solfurea fredda, con temperatura di 12°, portata 6000 litri nelle 24 ore, residuo fisso gr. 0.77 e discreta quantità di acido solfidrico (e cloruri).

Mancano altri dati analitici.

I campioni per l'esame ed analisi fisico-chimica vennero da me prelevati allo Stabilimento di cura, dalla fontana sita esternamente ed a pochi metri dalla galleria di presa, il giorno 19 maggio 1924.

Successivi prelievi, eseguiti il 18 dicembre 1925 e 15 luglio 1931, dimostrano che vi hanno oscillazioni d'ordine quantitativo per quanto riguarda il residuo ed i singoli componenti disciolti e ciò forse in dipendenza di periodi stagionali più o meno piovosi, pur conservando tuttavia l'acqua le sue peculiari caratteristiche qualitative.

A quanto ne riferisce il Marinoni, la sorgente di cui sopra scaturirebbe al contatto discordante delle marne eoceniche col calcare turoniano, nel versante meridionale del M. Forchia, quasi alle origini del Rio Barquet affluente dell'Arzino.

Recenti ricerche geologiche confermano in massima la tesi di cui sopra, il banco spetterebbe al Cretaceo (calcari di scogliera a Rudiste).

In base ad una analisi di L. Moschini (1867) che non è stato possibile rintracciare, l'acqua è stata dapprima classificata come solfureo-magnesiaca e il Marinoni suppose che «la presenza dei sali magnesiaci derivi dalla dolomia triasica del M. Forchia (Pala) nel versante settentrionale», ciò che pare improbabile dato anche l'assai debole contenuto di magnesio dell'acqua stessa.

Anche la credenza popolare ritiene erroneamente magnesiaca la fonte suddetta.

Va ritenuto invece, come in altro studio ebbi a rilevare, che una più stretta relazione interceda tra la composizione dell'acqua e la natura dei materiali marnosi eocenici dai quali la sorgente scaturisce a contatto.

ANALISI CHIMICA.

Caratteri generali.

Acqua incolora, limpida, con rarissimi frustoli in sospensione sotto forma di tenuissimi filamenti nei quali si è rilevata la presenza di solfo amorfo.

Odore marcato d'idrogeno solforato, sapore solfureo non disgustoso.

Reazione leggermente alcalina alla cartina di tornasole; l'acqua arrossa debolmente ma nettamente per aggiunta di alcune gocce di fenolftaleina.

Valutazioni chimiche diverse.

Residuo fisso a 100°	gr. 0.5020 per litro
Residuo fisso a 180°	gr. 0.4931 » »
Assenza di: ammoniaca, nitriti, nitrati	
Idrogeno solforato: presente	
Ossigeno consumato in soluzione acida secondo Kübel	gr. 0.0008 per litro
Grado solfidrometrico	mg. 6.732 di H_2S » »
Alcalinità	cm^3 75.9 di HCl n/10 » »

Determinazioni fisico-chimiche.

Temperatura dell'acqua alla fontana di presa	12°.8	alle ore 14.30 del 19 maggio 1924
Temperatura dell'aria esterna .	23°	

Densità: $D \frac{15^\circ}{4^\circ} = 0.99964$: $D \frac{15^\circ}{15^\circ} = 1.00048$.

Abbassamento crioscopico Δ T = 0°,045.

Pressione osmotica = 0.54 atmosfere.

Attività degli ioni idrogeno = P_H = 8.3.

Gas disciolti.

(per litro e ridotti a 0° e 760 mm.)

Anidride carbonica e ossigeno	—
Azoto e gas rari	cm^3 26.60
Idrogeno solforato	» 4.37
	cm^3 30.97

Risultati analitici.

IONE	Formula	Grammi per litro	Millimoli	Millivalenze	
				Cationi	Anioni
Sodio	$Na^{\cdot}$	0.179127	7.7891	**7.7891**	
Potassio	$K^{\cdot}$	0.003218	0.0823	0.0823	
Litio	$Li^{\cdot}$	0.000100	0.0144	0.0144	
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0.008594	0.2144	0.4288	
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0.006537	0.2688	0.5376	
Ferro	$Fe^{\cdot\cdot}$	0.000196	0.0035	0.0070	
				8.8592	
Cloro	Cl'	0.017400	0.4907		0.4907
Bromo	Br'	0.000369	0.0046		0.0046
Iodio	I'	0.000253	0.0020		0.0020
Solforico	SO_4''	0.036287	0.3777		0.7554
Idrocarbonico . . .	HCO_3'	0.463000	7.5901		**7.5901**
		0.715081			8.8428
Anidride silicica . .	$Si\,O_2$	0.006920	0.1152		
Idrogeno solforato .	$H_2\,S$	0.006732	0.1977		
		0.728733			

CLASSIFICAZIONE: Solfurea. Medio-minerale.

A complemento dei dati sopra riferiti può dirsi che la sorgente solfurea di Anduins unisce alla non elevata mineralizzazione una peculiare composizione di tipo nettamente alcalino per la predominanza assoluta del sodio combinato allo jone idrocarbonico; per il debole tenore di calcio,

magnesio e relativamente di solfati e cloruri, nonchè per la presenza, sia pure in minima quantità, di elementi rari quali il litio, il bromo e lo jodio.

Bibliografia.

C. MARINONI: *Sui minerali del Friuli* - III. Acque minerali in: " Annuario Statistico per la provincia di Udine „. (Pubblicato dall'Accademia Udinese di Scienze, Lettere ed Arti). Anno III - Udine, 1881.

P. PICCININI: *Idrologia e Crenoterapia.* Hoepli 1924.

E. FERUGLIO: *Le Prealpi tra l' Isonzo e l'Arzino.* Descrizione geologica - Udine 1925.

D. E E. FERUGLIO: *La zona delle risorgive del Basso Friuli fra " Tagliamento e Torre „.* - Udine, 1925.

In analogia al principio che tali sono le acque quali sono i terreni da cui sgorgano, poichè degli elementi ivi presenti le acque stesse variamente si caricano e si mineralizzano, dovrebbe risultare, ciò che le presenti ricerche hanno dimostrato, che le diverse sorgenti solfuree rintracciate nella zona collinare eocenica sono di tipo analogo a quella di Anduins ora esaminata.

Aggiungo che talune sensibili differenze vi si riscontrano in rapporto alla profondità da cui l'acqua scaturisce, alla varia preponderanza dei tipi di roccie presenti, all'ampiezza del bacino di raccolta e di filtrazione sotterranea ecc. ed ancora al fatto ricordato della possibilità di mescolanza con acque superficiali ove mancano adatte opere di presa.

Nel complesso, l'ordine qualitativo di composizione delle acque di questa serie mantiene tuttavia una certa costanza.

La portata rivelabile di tali sorgenti qua e là presenti appare minuscola, ma tuttavia apprezzabile e che torna quindi opportuno non disperdere.

Tra quelle più o meno completamente da me esaminate in questi ultimi anni, elenco qui una sorgente sita in una vallecola del Comune di Clauzetto e pertanto non molto lungi da Anduins; altra scoperta e utilizzata dal cav. Sbuelz nella sua tenuta di Savorgnano del Torre che è apparsa leggermente più mineralizzata di quella di Anduins, ma di tipo corrispondente anche per la presenza degli elementi rari sopra segnalati.

Ricordo ancora la sorgente sita in Comune di Buttrio subito alla base dei colli omonimi, altra in territorio di Cormons, di Nimis ecc. ed inoltre quella denominata «Patochis» sulla sinistra del Torre a breve distanza da Tarcento, della portata di circa un litro al minuto e debolmente mineralizzata in rapporto al limitato bacino del piccolo rilievo collinoso da cui scaturisce e alla maggior possibilità di filtrazioni esterne.

Ma l'elenco non può dirsi completo, altre ne esistono sicuramente alle quali sarà opportuno estendere l'indagine successiva e sistematica.

Varie sorgenti si riscontrano nella zona collinare in destra Tagliamento ma spettanti alla formazione del Miocene, quali a Meduno, Cavasso Nuovo, Fanna, ecc.

Per vari caratteri presentano alcune sensibili analogie con le precedenti della serie eocenica.

Ho esaminato in particolare quelle di Meduno e di Cavasso Nuovo. La sorgente di Meduno sgorga quasi a livello del greto attuale del T. Meduna di fronte al paese omonimo tra le arenarie e le molasse micacee.

Viene comunemente bevuta; va tuttavia osservato che le acque del Meduna nei periodi di piena raggiungono o sorpassano il livello di fuoruscita della sorgente che non risulta quindi attualmente protetta a sufficienza.

La fonte di Cavasso Nuovo (Recoaro) scaturisce poco a nord della Chiesa del paese stesso, tra le marne arenacee a Venus Dujardini.

E' pur essa di tipo solfureo e alquanto frequentata, ma per le insufficienti condizioni di presa facile ne appare la mescolanza con le acque superficiali, il che non mi ha permesso di valutarne la vera costanza di caratteri.

Zona prealpina ed alpina.

Le fonti più rinomate e da tempo antichissimo utilizzate sono quelle di Arta (Piano d'Arta) nella valle del Torrente Bût e quelle di Lusnizza nell'alta Val Fella.

Sono di tipo similare per quanto si riscontri tra le due un sensibile diverso grado di mineralizzazione.

La vasta area solcata dal Tagliamento e dai vari affluenti merita però una ancora più attenta disamina ed indagine in rapporto alle complesse e molteplici formazioni geologiche quivi presenti e pertanto ai fini di un catasto completo il che, probabilmente, porterà non solo ad aumentare il numero di quelle attualmente note ma bensì anche alla conoscenza e valutazione di altre che per essere non di tipo solfureo più difficilmente s'impongono all'attenzione popolare.

ACQUA DELLA SORGENTE DI ARTA.

La sorgente solfurea di Arta è conosciuta da tempi assai remoti e sembra fosse già usata dai Romani come medicinale nelle terme di Zuglio (Forum-Julii).

Nel libro *De Antiquitatibus Carnie* di Fabio A. Ermacora (pubblicato nel secolo XV) si riparla di essa come notissima.

Lo Schivardi dedica un ampio articolo ad Arta, mettendone in risalto giustamente anche i pregi climatici.

L'acqua viene usata per bibita e per bagni.

Il Piccini calcola a 20 mila litri nelle 24 ore la portata della sorgente, temperatura 12°.

L'acqua stessa venne esaminata da Moretti, Franzoia e Dessaix (1811), da Ragazzini (1846), da A. Cossa (1872) che per primo vi riscontrò la presenza del litio ; l'analisi del Cossa non venne però nè completata, nè pubblicata.

Il Ragazzini citato ne dà la seguente composizione, in parte non attendibile :

In una libbra metrica:

Materie volatili.	Acido idrosolforico	gr. 0.0082
Residuo secco	Solfato di magnesia	» 0.5470
	Solfato di calce	» 1.3530
	Cloruro di magnesio	» 0.3410
	Cloruro di calcio	tracce
	Acido silicico	» 0.0120
	Carbonato di calce	tracce
	Materie organiche	tracce
	Perdita	» 0.0370
		gr. 2.2982

La sorgente scaturisce in una radura a prato con pochi cespugli ed essenze resinose, a circa m. 440 s. m., nelle alluvioni recenti e sull'immediata destra del T. Bût, affluente del Tagliamento.

E' stato provveduto ad opportuna captazione dell'acqua che ora sgorga da una fontanella a 4 prese in vicinanza dello Stabilimento ; la zona è difesa dalle piene del T. Bût mediante arginatura.

Il bacino del T. Bût è qui compreso nelle formazioni del Permiano superiore a dolomie cariate, calcari marnosi e dolomitici, calcari bituminosi ecc., con presenza talora di gesso.

Il prof. Gortani mette infatti in relazione questa ed altre sorgenti solfuree della Carnia con la presenza dei gessi sopra ricordati, confermando così i precedenti rilievi dei proff. Cossa e Marinoni.

ANALISI CHIMICA

Caratteri generali.

Acqua incolora, limpida, odore sensibile d'idrogeno solforato, sapore solfureo non disgustoso.

Reazione neutra al tornasole.

Valutazioni chimiche diverse.

Residuo fisso a 100° . . . . gr. 2.6046 per litro
Residuo fisso a 180° . . . . gr. 2.3203 » »
Nitriti, nitrati = assenza
Ammoniaca = assenza
Idrogeno solforato = presente
Ossigeno consumato in soluzione acida secondo Kübel . . . . gr. 0.0010 per litro
Grado solfidrometrico . . . . mg. 2.73 » »
Alcalinità . . . . . cm³ 32.7 di HCl n/10 » »

Determinazioni fisico chimiche.

Temperatura dell'acqua alle fontanelle di presa (ore 15.30 del 18 dicembre 1924) . . . . . . 9°.7
Temperatura dell'aria esterna . . . . 2°
Densità: $D \frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ 1.001455
Densità: $D \frac{15^{\circ}}{15^{\circ}}$ 1.002297
Abbassamento crioscopico ΔT . . . . 0°.07
Pressione osmotica . . . . 0.843 atmosfere
Attività degli ioni idrogeno = $P_H = 7.2$
Conducibilità elettrica: K 18° = 0.00145 (¹)
Radioattività in Unità Mache = 1.1 (¹)

Gas disciolti.

(per litro a 0° e 760 mm.)

Anidride carbonica . . . . cm³ 1.4
Ossigeno . . . . » —
Azoto e gas rari . . . . » 22.9
Idrogeno solforato . . . . » 1.77
Totale cm³ 26.07

(¹) Determinazioni del prof. G. Bragagnolo.

Risultati analitici.

IONE	Formula	Grammi per litro	Millimoli	Millivalenze	
				Cationi	Anioni
Sodio	$Na^{\cdot}$	0.003866	0.1681	0.1681	
Potassio	$K^{\cdot}$	0.001460	0.0373	0.0373	
Litio	$Li^{\cdot}$	0.000008	0.0012	0.0012	
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0.525338	13.1105	**26.2210**	
Stronzio	$Sr^{\cdot\cdot}$	0.002757	0.0314	0.0628	
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0.115345	4.7428	**9.4856**	
Ferro	$Fe^{\cdot\cdot}$	0.000419	0.0075	0.0150	
				35.9910	
Cloro	Cl'	0 001065	0.0300		0.0300
Residuo solforico . .	SO_4''	1.569678	16.3406		**32.6812**
Resid. idrocarbonico .	HCO_3'	0.199470	3.2700		**3.2700**
		2.419406			35.9812
Anidride silicica . .	$Si\,O_2$	0.007600	0.1265		
Idrogeno solforato .	H_2S	0.002730	0.0801		
Anidride carbonica .	CO_2	0.002766	0.0629		
		2.432502			

CLASSIFICAZIONE : Solfurea-solfato-bicarbonato-alcalino-terrosa.

Bibliografia.

P. Schivardi: *Guida alle acque minerali e ai bagni d'Italia.*

C. Marinoni: *Sui minerali pel Friuli* - III. Acque minerali in: " Annuario statistico per la provincia di Udine „ (pubblicato dall'Accademia Udinese di Scienze, Lettere ed Arti). Anno III - Udine, 1881.

M. Gortani: *I bacini della But, del Chiarso e della Vinadia in Carnia.* Pubblicazione n. 104. R. Magistrato alle Acque. Ufficio Idrografico - Venezia, 1920.

P. Piccinini: *Idrologia e Crenoterapia.* Hoepli, 1924.

M. Gortani, A. Desio: *Carta Geologica delle Tre Venezie* - Foglio Pontebba. Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque - Venezia.

ACQUA DELLA SORGENTE DI BAGNI DI LUSNIZZA.

Le presenti notizie si riferiscono alla sorgente solfurea dello Stabilimento Oman, esistendo altro Stabilimento più ad ovest che fruisce pure di acqua solfurea.

Bagni di Lusnizza è situato nell'alta Valle del F. Fella, affluente del Tagliamento e la sorgente vi scaturisce sulla sinistra del fiume stesso, pullulando da materiali detritico-rocciosi.

Un piccolo torrentello, denominato Rio dello zolfo, in cui defluivano anche le acque di questa sorgente e di altre analoghe viciniori, individua e caratterizza la località.

La sorgente utilizzata è munita di opera di presa e di conduttura che trasporta l'acqua stessa allo Stabilimento distante circa mezzo chilometro.

Il prelevamento dei campioni venne effettuato il 9 aprile 1925 dalla fontana dello Stabilimento.

Non si sono potute rintracciare notizie precedenti intorno alle proprietà della sorgente che, prima della grande guerra, trovavasi in territorio austriaco.

Dal foglio «Pontebba» della Carta Geologica delle Tre Venezie, rilevato da M. Gortani e A. Desio e pubblicato dall'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque di Venezia, risulta che la sorgente sgorga lungo lungo una stretta zona di formazioni del Permiano superiore a contatto di elementi detritici quaternari.

ANALISI CHIMICA

Caratteri generali.

Acqua incolora, con sensibilissimo odore d'idrogeno solforato, sapore marcato solfureo, quasi perfettamente limpida.

Reazione neutra al tornasole.

Valutazioni chimiche diverse.

Residuo fisso a 100° . . . . . gr. 2.1715 per litro
Residuo fisso a 180° . . . . gr. 1.8115 » »
Ammoniaca, nitriti e nitrati: assenza
Idrogeno solforato : presente
Ossigeno consumato in soluzione acida secondo Kübel . . . . . gr. 0.00132 per litro
Grado solfidrometrico . . . . . . mg. 6.386 » »
Alcalinità . . . . cm³ 36.12 di HCl n/10 » »

Determinazioni fisico-chimiche.

Temperatura dell'acqua alla fontana dello Stabilimento (ore 15.15 del 9 aprile 1925) 7°
Temperatura dell'aria esterna 14°

Densità: $D \frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ 1.000942

Densità: $D \frac{15^{\circ}}{15^{\circ}}$ 1.001784

Abbassamento crioscopico Δ T . . . . . . 0°.055
Pressione osmotica . . . . 0.662 atmosfere
Attività degli ioni idrogeno = P_{H} = 7.1

Gas disciolti

(per litro a 0° e 760 mm.)

Anidride carbonica	cm³ 3.06
Ossigeno	» —
Azoto e gas rari	» 17.84
Idrogeno solforato	» 4.14
	Totale cm³ 25.04

Risultati analitici.

IONE	Formula	Grammi per litro	Millimoli	Millivalenze	
				Cationi	Anioni
Sodio	$Na^{\cdot}$	0.002841	0.1235	0.1235	
Potassio	$K^{\cdot}$	0.000606	0.0155	0.0155	
Litio	$Li^{\cdot}$	0.000005	0.0007	0.0007	
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0.407560	10.1712	**20.3424**	
Stronzio	$Sr^{\cdot\cdot}$	0.007188	0.0820	0.1640	
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0.093436	3.8419	**7.6838**	
Ferro	$Fe^{\cdot\cdot}$	0.000139	0.0025	0.0050	
				28.3349	
Cloro	Cl'	0.001241	0.0350		0.0350
Residuo solforico .	SO_4''	1.185091	12.3369		**24.6738**
Resid. idrocarbonico .	HCO_3'	0.220332	3.6120		**3.6120**
		1.918439			28.3208
Anidride silicica .	$Si\,O_2$	0.007500	0.1248		
Idrogeno solforato .	H_2S	0.006386	0.1875		
Anidride carbonica .	CO_2	0.006050	0.1375		
		1.938375			

CLASSIFICAZIONE: Solfurea-solfato-bicarbonato-alcalino terrosa.

Le sorgenti solfuree di Arta e Lusnizza rientrano entrambe nel gruppo delle minerali; con residuo superiore a gr. 2 per litro e con sensibile ricchezza degli ioni solforico e calcio, cui susseguono gli ioni idrocarbonico e magnesio.

In rapporto a tale composizione essenziale esse vengono classificate come solfuree - solfato - bicarbonato alcalino terrose.

Va inoltre posta in evidenza la presenza degli elementi secondari: silice, sodio e potassio con minime quantità di cloruri e di ferro ed in particolare ancora quella degli elementi rari, litio e stronzio.

Lo stronzio viene qui per la prima volta segnalato e dosato nelle acque stesse.

Altre sorgenti minerali solfuree esistono a Villa Santina, a Ravascletto nella Valcalda - valletta del rio Marasso -, in Val Pesarina, in valle del Lumiei, a Forni Avoltri, a Tolmezzo (Illegio, Lorenzaso e Fusea), Verzegnis e in Val Fella a Moggio e Pontebba.

Nel Friuli Occidentale, alta valle del Cellina in territorio di Claut, vi ha una sorgente solfurea, denominata Puzza, tuttavia non in dipendenza delle formazioni gessifere (zona calcareo dolomitica).

Ne sono decantate le ottime proprietà, la sorgente trovasi però in località alquanto disagiata e non ho avuto modo di sottoporla ad esame.

Sorgenti ferruginose.

La regione friulana è poverissima di acque ferruginose. Merita comunque citata una sorgente, che attualmente si disperde nelle ghiaie e di cui non potei per tale motivo prelevare adatti campioni, che appare ad Arta a poche decine di metri dalla fonte solfurea prima ricordata.

L'acqua è stata molto sommariamente riguardata dal Ragazzini (1846) e sarebbe invero desiderabile che sotto la guida di competente geologo se ne potesse rintracciare e catturare la falda di provenienza.

La possibilità di sfruttamento di due sorgenti viciniori di tipo e proprietà differenti, concorrerebbe indubbiamente alla maggior valorizzazione di quella celebrata Stazione idroterapica.

Altra sorgente ferruginosa è segnalata a Villa Santina (Carnia).

Tre piccole sorgenti formanti gruppo e sempre riferibili alle ferruginose vennero in passato segnalate subito a nord di Sacile (km. 1) a quota 24 sulla strada per Polcenigo.

Scaturivano a fior di terra e sin dal 1878-79 si tentarono inutilmente lavori per rintracciarne il filone di provenienza.

Come in precedenza ricordato il presente studio non esaurisce l'importante problema delle acque minerali del Friuli.

Esso appare comunque assai meglio inquadrato e le risultanze riferite definiscono, per la prima volta, i più sicuri dati sulla composizione chimica e sulle proprietà essenziali delle più importanti e largamente sfruttate nostre sorgenti, di Anduins, Arta e Lusnizza, intorno alle quali non si avevano in passato che notizie imprecise ed anche errate.

Si sono qui d'altronde volutamente omessi i dati analitici di varie altre sorgenti citate che, per deficienti opere di presa od altre cause ancora, mi hanno offerto incostanza dei caratteri essenziali.

Sarò lieto se non mi mancherà occasione e possibilità per un completamento delle ricerche, potrei dirmi in ogni modo soddisfatto se il richiamo al problema stesso determinasse l'attenzione anche di altri appassionati studiosi.

E' poi ad augurare che le acque qui illustrate e delle quali vi ha inoltre la documentazione della purezza microbica, a suo tempo accertata dal competente Laboratorio Batteriologico di Udine, possano formare oggetto di particolare studio da parte di medici ed igienisti, agli scopi diretti della loro più rispondente utilizzazione terapeutica.